

Luonnon rakenteet 1



Petri Nousiainen
2016 – 2020

Vuorovaikutus

Vuorovaikutus tarkoittaa, että kaksi kohdetta vaikuttaa toisiinsa yhtä aikaa.

Voima kuvaa vuorovaikutuksen voimakkuutta.

Vuorovaikutus

Ihmisen mittakaavassa
vuorovaikutukset voidaan jakaa
kosketusvuorovaikutuksiin ja
etävuorovaikutuksiin.

Vuorovaikutus

Molekyylien, atomien ja pienempien hiukkasten kohdalla ei voi puhua kosketuksesta.

Mikromaailmassa kaikki vuorovaikutus on etävuorovaikutusta.

Vuorovaikutus

Myös mittaaminen on vuorovaikutusta.

Mittauksen kohde vaikuttaa mittalaitteeseen ja mittaajaan.

Mittaus vaikuttaa myös aina mittauskohteeseen.

Mittauksustulos on aina epätarkka ja siksi toistaminen on välttämätöntä.

Perusvuorovaikutukset

Kaikki hiukkasten vuorovaikutukset voi selittää neljällä perusvuorovaikutuksella:

1. Vahva vuorovaikutus
2. Heikko vuorovaikutus
3. Sähkömagneettinen vuorovaikutus
4. Painovoima eli gravitaatio

Yhtenäisteoria

Perusvuorovaikutusten uskotaan ilmentävän yhtä niiden taustalla olevaa vuorovaikutusta.

Fysiikan tavoite on yhdistää gravitaatio muiden vuorovaikutusten kanssa suureksi yhtenäisteoriaksi.

Standardimalli

Hiukkasfysiikan standardimalli yhdistää vahvan, heikon ja sähkömagneettisen vuorovaikutuksen.

Standardimallin ennustama Higgsin bosoni julistettiin löydetyksi 14.3.2013.

Higgsin bosoni aiheuttaa toisille hiukkasille massan, toisille ei.

Vahva vuorovaikutus

Protonit ja neutronit koostuvat pienemmistä hiukkasista, kvarkeista.

Vahva vuorovaikutus vaikuttaa kvarkkien välillä ja pitää protonit ja neutronit koossa.

Vahva vuorovaikutus on kaikkein vahvin perusvv., mutta se vaikuttaa vain hyvin lyhyellä matkalla.

Heikko vuorovaikutus

Heikko vuorovaikutus eli heikko ydinvoima vaikuttaa atomien ytimissä.

Se muuttaa ydinreaktiossa hiukkasen toiseksi hiukkaseksi.

Sähkömagneettinen vuorovaikutus

Sähkömagneettinen vuorovaikutus vaikuttaa elektroniverhon ja atomiytimen välillä sekä sähkömagneettisessa säteilyssä.

Gravitaatio

Gravitaatio on heikoin perusvuorovaikutus. Sen vaikutusetäisyys on pisin ja se vaikuttaa suurten kappaleiden (hiukkaskasautumien) välillä.

Pieniin hiukkasiin gravitaatiolla ei ole vaikutusta.

Viides vuorovaikutus?

Pimeä aine ja pimeä energia eivät selity neljällä perusvuorovaikutuksella.

Poikkeavuudet atomiytimien hajoamisessa voisi selittää uudella välittäjähiukkasella. Muitakin selityksiä on. Etsintä jatkuu.

Alkeishiukkaset

Alkeishiukkanen on hiukkanen, jonka ei tiedetä koostuvan pienemmistä hiukkasista.

Alkeishiukkaset

1. Fermionit eli massalliset ainehiukkaset
 - a. Leptonit, esim. elektronit
 - b. Kvarkit, joista protonit ja neutronit koostuvat
2. Mittabosonit eli voim välittävät hiukkaset
 - a. Fotoni: sähkömagneettinen vv.
 - b. Gluoni: vahva vv.
 - c. W- ja Z-bosoni: heikko vv. ydinhiukkasten reaktioissa.
 - d. Gravitonia etsitään yhä. (Higgs!)

The universe is made of
twelve particles of matter,
four forces of nature.

That's a wonderful and significant story.

- Brian Cox

Rakenneyksiköt

Rakenneyksikkö eli rakenneosa on pienin aineesta erotettava osa. Jos rakenneosan purkaa pienempiin osiin, ne eivät ole enää samaa ainetta.

Tavallisen aineen rakenneosia ovat molekyylit, ionit ja atomit.

Rakenneyksiköt

Alkuaine

- atomi: Cu, C,
- alkuainemolekyyli: H₂, O₂

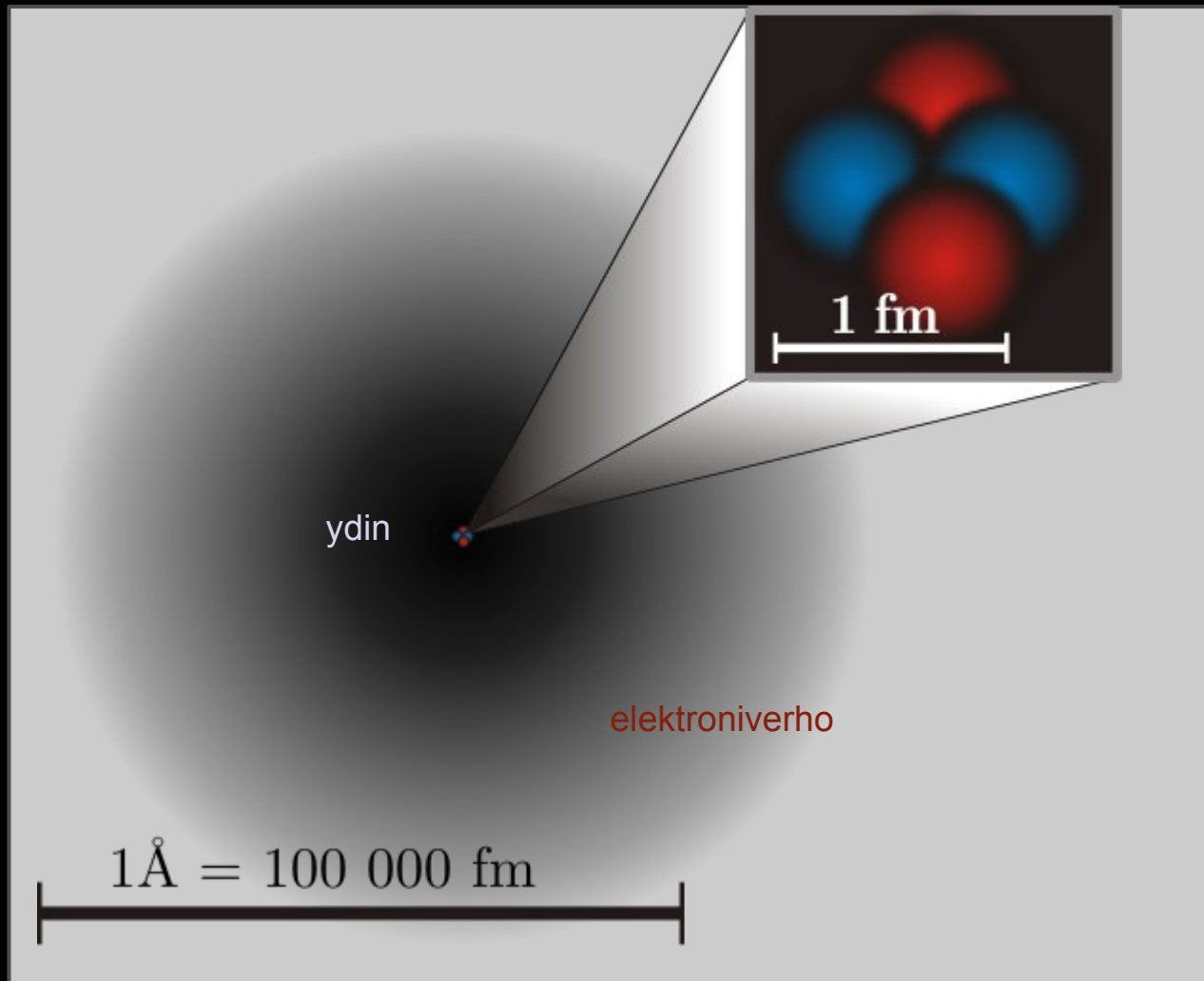
Yhdiste

- molekyyli: H₂O, C₆H₁₂O₆
- kationin ja anionin yhdistelmä: NaCl, CaCO₃

Seos

- useita erilaisia rakenneyksiköitä

Atomi



Atomi

Atomi on pelkkää tyhjää (audio 04:38)

Nukleonit

Suurin osa atomin massasta on ytimessä.

Nukleoni = ydinhiukkanen = protoni tai neutroni

Järjestysluku Z = protonien lukumäärä

Massaluku A = protonien ja neutronien yhteismäärä

Kvarkit

Nukleonit koostuvat pienemmistä hiukkasista, kvarkeista.

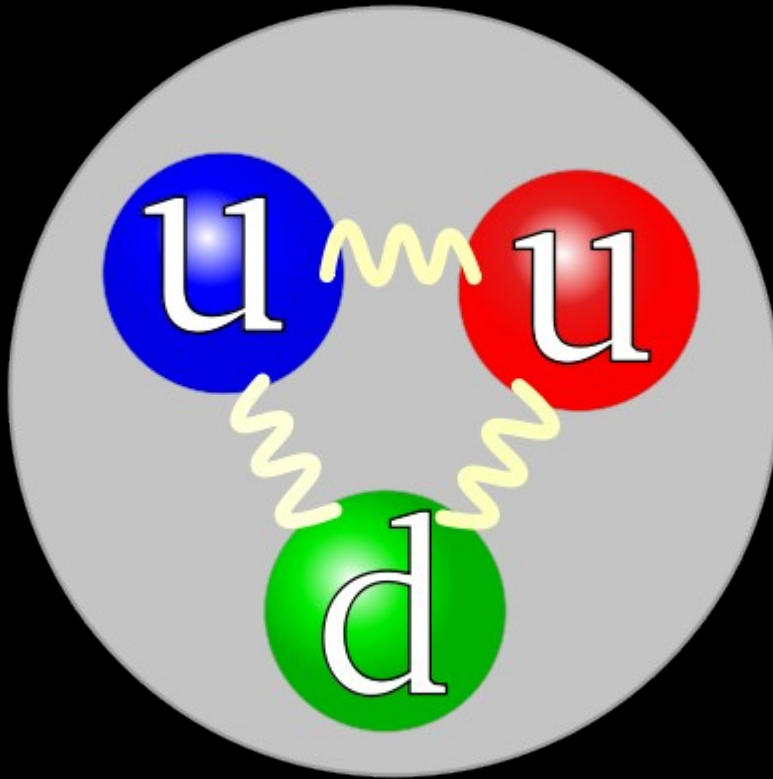
Kvarkkeja pitää yhdessä vahva vuorovaikutus.

Kvarkit eivät esiinny yksinään vaan kahden tai kolmen ryhmässä.

Kvarkit

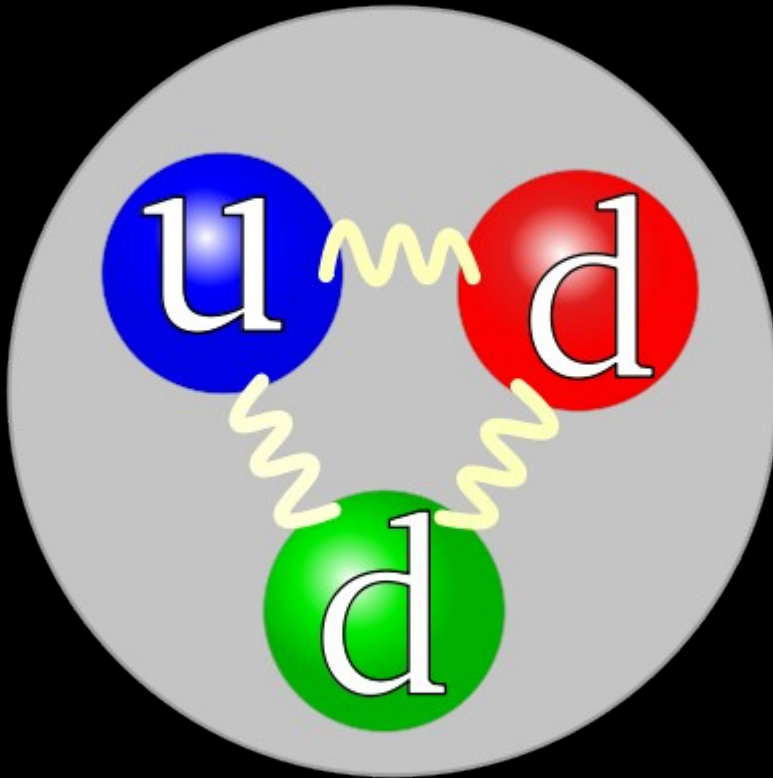
nimi	lyhenne	varaus
ylös (up)	u	+2/3
alas (down)	d	-1/3
lumo (charm)	c	+2/3
outo (strange)	s	-1/3
huippu (top)	t	+2/3
pohja (bottom)	b	-1/3

Protoni



protonin varaus
 $+2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$

Neutroni



neutronin varaus
 $+2/3 - 1/3 - 1/3 = 0$

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quark_structure_neutron.svg

massaluku

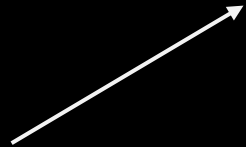


4

He

alkuaineen
lyhenne

2



järjestysluku

Massaluku

Massaluku voidaan kirjoitetussa tekstissä liittää myös aineen nimeen tai lyhenteeseen:

helium-4, uraani-235, hiili-12

He-4, U-235, C-12

Isotoopit

Atomit ovat samaa alkuainetta, jos niillä on sama määrä protoneja.

Alkuaineen **isotoopeilla** on eri määrä neutroneja; sama järjestysluku, eri massaluku.

Isotoopit

hiili

C-12 98,89%

C-13 1,11%

C-14 käytetään radiohiiliajoituksessa

Isotoopit

Vety

^1H

vety

^2H tai D

deuterium

^3H tai T

tritium